

CLASSIFICATION, PRINCIPLES AND APPLICATIONS OF TECHNOLOGICAL LASERS⁹

Veselin Nikolaev Hristov, MSc

Department of Materials Science and Technology,
"Angel Kanchev" University of Ruse
Tel.: +359 82 888 315
E-mail: vhristov@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Roussi Minev Minev, PhD

Department of Materials Science and Technology,
"Angel Kanchev" University of Ruse
Tel.: +359 82 888 315
E-mail: rus@uni-ruse.bg

Prof. Lybomir Kostadinov Lazov, PhD

Rezekne academy of technology, Latvia
Tel.: +371 28 327 234
E-mail: lyubomir.lazov@rta.lv

***Abstract:** The report discusses the principles for creating a laser beam, in particular the so-called "Laser pumping", consisting of supplying energy to the active medium converting it into a state of "inverse population". The sources of laser pumping are described: electric discharge in gas, current in semiconductors, chemical processes and the corresponding different types of laser systems are summarized. The classification of lasers according to their spectral range, power and radiation mode is also shown. Various areas of application such as communications, medicine, industry, military, research and measurements are presented.*

***Keywords:** Lasers, Laser beam, Laser Technologies*

ВЪВЕДЕНИЕ

След създаване на мощни източници, лазерната технология е била използвана само в сферата на научноизследователските и военните приложения и е развивана до практическо приложение от хора, които се смятат и за нейни изобретатели [1-3]. В наши дни лазерът фактически се среща навсякъде, в производствените технологии и в бита.

Лазерните лъчи обикновено се определят като състоящи се от единични или от малък брой отделни дължини на вълната. Емисията им има слабо отклонение, като по този начин поддържа мощността или енергията приблизително в постоянни граници на значителни разстояния. Лазерният лъч е кохерентен, т.е. налице е постоянството на фазовата разлика в различни точки на вълновото поле, излъчено от даден източник. Освен това лазерното петно обикновено може да бъде фокусирано върху малък участък.

Съвременните лазери създават лазерни лъчи в широк диапазон дължини на вълната. Създадени са устройства, които могат да отклоняват лъчите на големи разстояния. Емисиите на лазерния лъч могат да бъдат непрекъснати, наричани не затихваща вълна (НВ), или импулсни. Най-често лазерите се категоризират на базата на „активната среда“, която се използва за създаване на лазерния лъч.

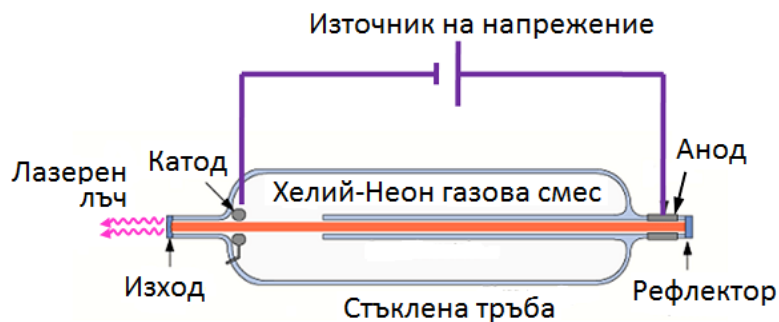
ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Класификация на лазерите

Лазерната система може да съдържа газообразно, течно, твърдо или плазмено ядро. Има пет основни вида лазери в зависимост от тяхната активна среда на работа [4-9].

⁹ Докладът е представен на научната конференция на РУ и СУ 2021 с оригинално заглавие на български език: КЛАСИФИКАЦИЯ, ПРИНЦИПИ И ПРИЛОЖЕНИЯ НА ТЕХНОЛОГИЧНИТЕ ЛАЗЕРИ

1) Газови лазери (Фиг. 1)



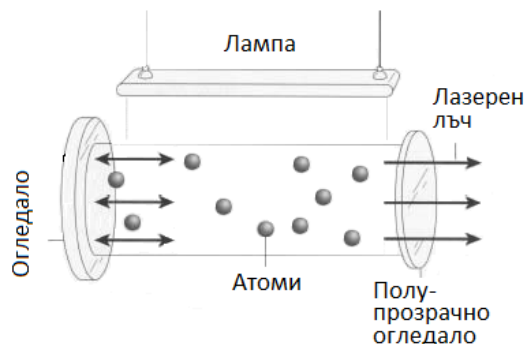
Фиг.1 Схема на He-Ne лазерна глава.

Работно вещество на тези лазери се състои от различни газове, като:

- Въглероден диоксид (CO_2)
- Въглероден окис (CO)
- Хелий-неон (HeNe)
- Азот (N_2)

Съществуват още т.н. ТЕА (Transversely Excited Atmospheric - Напречно възбудена атмосфера) лазери при които атмосферните газове са затворени в така наречен резонатор. Налягането в резонатора е в пъти по-ниско от атмосферното. В зависимост от вида на газа, лазера дава различен цвят.

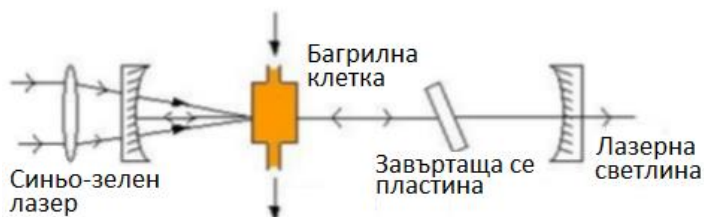
2) Твърдотелни лазери (Фиг.2)



Фиг. 2 Схема на твърдо телен лазер

Подходяща активна среда за тези лазери са прозрачни монокристали, обикновено легиращите примеси са: Неодим; Хром; Ербий; Итербий.

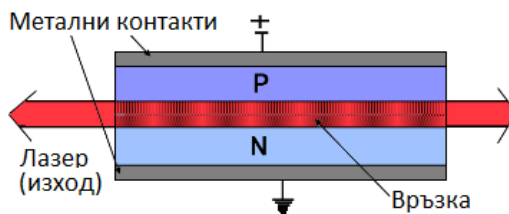
3) Лазери с течни багрила



Фиг. 3 Схема на багрилен лазер

Багрилата разтворени в спиртна течност проявяват флуоресценция, с това си свойство са подходящи като усилваща среда за регулируеми лазери. Rhodamine 6G и Rhodamine са багрилата най-често използвани за тези лазери.

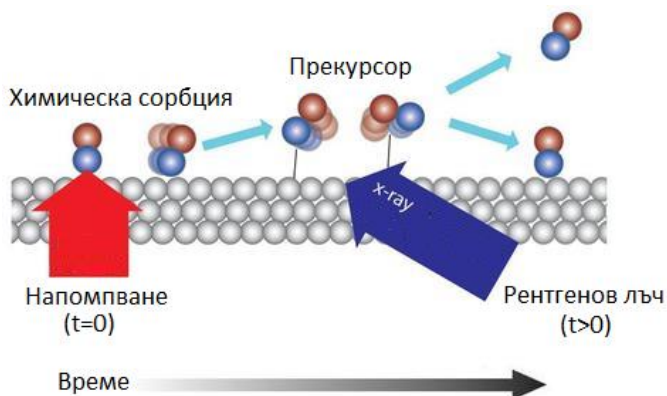
4) Полупроводникови лазери (Фиг.4)



Фиг. 4 Полупроводников лазер

Диодни се наричат лазерите, които имат усилваща среда на базата на полупроводници. Повечето произвеждани елементи са от силиций и галиев арсенид, могат да бъдат легирани с определени материали, за да се държат като материали с излишни електрони (N-тип) или излишни дупки (P-тип) елементарни положителни заряди, които се образуват при свободното движение и напускане на електроните от кристалната решетка на веществата.

5) Химически и лазери (Фиг.5)



Фиг. 5 Химична реакция в лазер

Химическите лазери получават енергията си от химическа реакция, позволяваща бързо освобождаване на голямо количество енергия. Често срещани примери за такива лазери са химически кислороден йоден лазер, изцяло газофазен йоден лазер, водороден и деутериев флуорид лазери работещи в средата на инфрачервения регион.

Също така разделяме лазерите според някои техни характеристики като:

-Спектралния диапазон на генерираното лъчение: IR- инфрачервени, UV- ултравиолетови, Visible- видими.

-Мощността:

$P < 10\text{mW}$ - лазери с малка мощност,

$10\text{mW} < P < 1\text{W}$ - лазери с средна мощност,

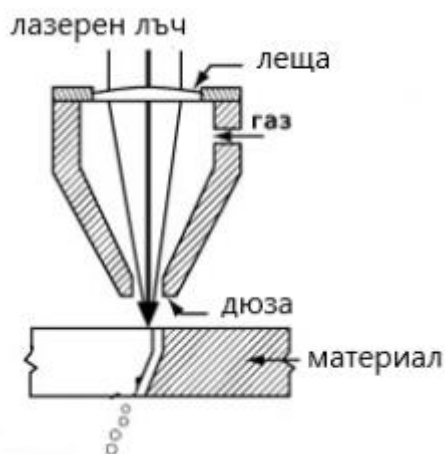
$P > 10\text{W}$ - лазери с висока мощност.

-Режима на работа: CW - Режим на непрекъснато излъчване, Pulsed mode - Импулсно честотен режим и Giant Pulse mode - Режим на гигантски импулс.

3. Приложение на лазерите [9-24]

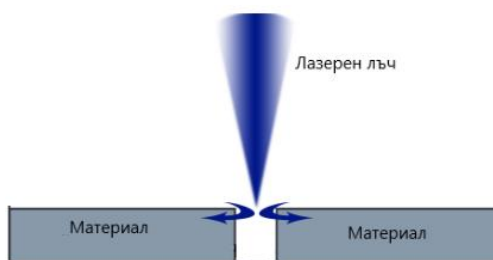
- Комуникации, лазерите се използват за оптична комуникация в свободното пространство и космоса [10].
- Медицина: козметични лечения на кожата, лазерни операции, те са по-точни от традиционните хирургични методи и причиняват по малко болка, кървене и белези [17,18].
- Индустрия: за рязане на метали, заваряване, закаляване, маркиране [15]. Прибори за измерване на разстояние, скорост, наклон и др.
- Военно приложение: маркиране на цели, насочване на боеприпаси, противоракетна отбрана, ослепителни войски и др. [6, 10].
- Изследвания: лазерна аблация, лазерно отгряване, лазерно разсейване, лазерна микродисекция, метрология и др. [17].
- Търговски продукти: принтери, скенери, термометри, холограми и др [15, 16, 19].

Лазерното рязане (Фиг.6) е технологичен процес на локално нагряване, топене или изпаряване чрез фокусирано лазерно лъчение. С помощта на газовата струя, която се вкарва под високо налягане в зоната на лазерното въздействие, води до отстраняване на стопилката и подпомага образуването на качествен срез[2, 3].



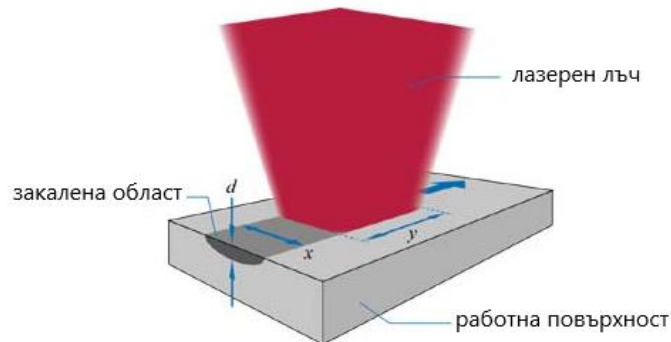
Фиг. 6 Принципна схема на лазерно рязане

Лазерното заваряване (Фиг.7) е процес на съединяване на два детайла посредством заваръчен шев, реализиран при въздействие на лазерно лъчение. Детайлите могат да бъдат от един и същ или от различни материали. Лазерното заваряване се използва при изделия с различни размери – от дебели стомани листове до най-фини проводници, използвани в електрониката[4, 8].



Фиг. 7 Лазерно заваряване чрез използване топлопроводността на заваряваните компоненти

Лазерно закаляване (Фиг. 8) е процес, който предлага много предимства като: висока икономическа ефективност; ниска себестойност; висока изнosoустойчивост; висока производителност; малък риск от напукване, прецизен контрол на процеса, подходящ за малки и големи серии изделия и др. [5, 13].



Фиг. 8 Лазерно закаляване

Процесът на лазерно маркиране (Фиг. 9) се състои в промяна на повърхността на маркирания детайл с лазерно лъчение чрез промени в структурата, топене или изпаряване в работната зона. При този метод върху повърхността на изделието могат да бъдат нанесени символи, букви и кодирана информация [9, 11].



Фиг. 9 Примери за лазерно маркиране.

Лазерите могат да се използват за пробиване на отвори (Фиг. 10) с диаметър от няколко милиметра до по-малко от един микрометър. Поради високата интензивност на лазерните импулси, почти всички материали като метал, керамика, полупроводници, пластмаси могат да бъдат пробити с голяма точност [12, 18].



Фиг. 10 Пробиване на отвори.

REFERENCES

1. Rami Arieli, The Laser Adventure (2018) <https://perg.phys.ksu.edu/vqm/laserweb/Ch-7/F7s0p1.htm>
2. Laser Safety Manual (2011) Western Canadian Universities, Marine Sciences Society, Bamfield Marine Sciences Centre, pp. 49.
3. Crafer R. C., Oakley P. J., “Laser Processing in manufacturing” (1993) Chapman & Hall, ISBN 0-412-41520-8
4. CO2 Lasers - Lasers for Industry, <http://www.rofin-sinar.com/index-e.htm>, referenced 20/11/2005
5. Diode-pumped solid-state lasers, <http://www.trumpf-laser.com/208.index.html>, referenced 25/04/2006, referenced 2/05/2006
6. The universal CO2 - Laser for cutting and welding, http://www.trumpf-laser.com/208.img-cust/TLF_700_7000_E.pdf, referenced 2/05/2006
7. Solid-State Lasers, <http://www.rofin-sinar.com/index-e.htm>, referenced 3/05/2006
8. Introduction to Industrial Laser Materials Processing, Hamburg (2003) RoFin Group
9. N.V. Sabotinov (1996) Pulsed Metal Vapour Lasers, NATO ASI Series 1/5, Kluwer Academic Press
10. H.W. Bergmann, C.Korner, M.Hartmann, R.Mayerhofer (1996) Pulsed Metal Vapour Lasers, NATO ASI Series 1/5, Kluwer Academic Press
11. L. Li, M. Sobih, P.L. Crouse, CIRP Ann., Manuf. Technol. (2007) 56, 193–196
12. A. Tsunemi, K. Hagiwara, N. Saito, K. Nagasaka, Y. Miyamoto, O. Suto, H. Tashiro, Appl. Phys. A, Mater. Sci. Process.
13. J.D. Head, J.P. Niedzielski, Final Report for Laser Paint Stripping. Laser Technologies, Inc., 1991
14. <https://www.slideshare.net/8121743624/lasers-ppt>
15. J.F. Ready, Industrial Applications of Lasers (1997) Academic Press, San Diego,
16. J.F. Coutouly, P. Deprez, F. Breaban, J.P. Longuemard (2009) J. Mater. Process. Technol., 209, pp. 5730–5735
17. Jianming Zhang, M. Chaker, D. Ma (2017) Pulsed laser ablation based synthesis of colloidal metal nanoparticles for catalytic applications, DOI:10.1016/j.jcis.2016.07.050
18. About Kamal Al-Eryani, (2020) Oral Laser Ablation Surgery: Step-by-Step Guide for Dentists, December 2, Herman Ostrow School of Dentistry USC, <https://ostrowon.usc.edu>
19. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11082-019-1902-0>